

Obsah

strana

1.	Úvod	7
2.	Metody používané v materiálovém inženýrství	8
2.1	Zjišťování struktury materiálů	8
2.1.1	Metalografie	8
2.1.2	Transmisní elektronová mikroskopie	9
2.1.3	Řádkovací elektronová mikroskopie	11
2.1.4	Rentgenografie	11
2.1.5	Tepelná analýza	13
2.1.6	Dilatometrie	13
2.1.7	Magnetická analýza	13
2.1.8	Tepelné zpracování kovů	14
2.1.9	Defektoskopie	17
2.1.9.1	Zkoušení rentgenovým zářením	17
2.1.9.2	Zkoušení zářením gama	17
2.1.9.3	Zkoušení ultrazvukem	18
2.1.9.4	Zkoušení kapilárními metodami	19
2.2	Zjišťování vlastností materiálů	20
2.2.1	Zkoušení mechanických vlastností	20
2.2.1.1	Vliv vnějších sil na krystalickou stavbu kovů	20
2.2.1.2	Poruchy krystalové stavby kovů	23
2.2.1.2.1	Bodové poruchy mřížky	23
2.2.1.2.2	Dislokace	23
2.2.1.2.3	Plošné poruchy krystalové mřížky	26
2.2.1.3	Deformační zpevnění kovů	26
2.2.1.4	Obnova deformované krystalové stavby kovů	27
2.2.1.5	Lomy kovových materiálů	29
2.2.1.6	Tahová zkouška	31
2.2.1.7	Zkouška pevnosti v tlaku	35
2.2.1.8	Zkouška pevnosti v ohybu	35
2.2.1.9	Zkouška pevnosti ve stříhu	36
2.2.1.10	Zkouška pevnosti v krutu	36
2.2.1.11	Statické mechanické zkoušky za zvýšených teplot	37
2.2.1.11.1	Zkouška pevnosti v tahu za vyšších teplot	37
2.2.1.11.2	Zkoušky tečení	39
2.2.1.11.3	Zkoušky relaxace	41
2.2.1.12	Zkouška rázem v ohybu	41
2.2.1.13	Lomová houževnatost a její zkoušení	45
2.2.1.14	Zkoušky únavy	49
2.2.1.15	Zkoušky tvrdosti	51
2.2.1.15.1	Vtiskové metody měření tvrdosti	53
2.2.1.15.2	Dynamické metody měření tvrdosti	55

2.2.1.16	Souvislost mezi tvrdostí a pevností kovů	56
2.2.2	Zkoušení technologických vlastností kovového materiálu	56
2.2.2.1	Zkoušky tvárných vlastností tyčí, plechů a pásů, drátu	56
2.2.2.2	Zkoušky trubek	58
2.2.2.3	Zkoušky pružin a lan	59
3.	Přehled technických materiálů	61
3.1	Kovy	61
3.1.1	Krystalová stavba kovů	61
3.1.2	Difuze v kovech	63
3.1.3	Slitiny železa	64
3.1.3.1	Oceli	71
3.1.3.1.1	Legující prvky v ocelích	71
3.1.3.1.2	Tepelné zpracování oceli	74
3.1.3.1.2.1	Reakce ve feritu	74
3.1.3.1.2.2	Vznik austenitu v oceli	76
3.1.3.1.2.3	Transformace přechlazeného austenitu	76
3.1.3.1.2.3.1	Proeutektoidní reakce v přechlazeném austenitu	76
3.1.3.1.2.3.2	Perlitická transformace přechlazeného austenitu	78
3.1.3.1.2.3.3	Martensitická transformace	78
3.1.3.1.2.3.4	Bainitická transformace	80
3.1.3.1.2.4	Popouštění oceli	82
3.1.3.1.2.5	Transformační diagramy přechlazeného austenitu	84
3.1.3.1.2.6	Žíhání oceli	86
3.1.3.1.2.7	Kalení oceli	89
3.1.3.1.2.7.1	Prokalitelnost oceli	89
3.1.3.1.2.7.2	Způsoby kalení oceli	92
3.1.3.1.2.8	Chemickotepelné zpracování oceli	96
3.1.3.1.2.8.1	Cementace oceli	96
3.1.3.1.2.8.2	Nitridace oceli	96
3.1.3.1.2.8.3	Nitrocementace oceli	97
3.1.3.1.2.8.4	Sulfonitridace oceli	97
3.1.3.1.2.8.5	Difusní chromování a hliníkování	97
3.1.3.1.2.8.6	Difusní křemíkování a bórování	97
3.1.3.1.2.9	Zpevňování povrchu ocelových součástí v doutnavém výboji	98
3.1.3.1.2.10	Tepelně mechanické zpracování oceli	103
3.1.3.1.3	Oceli normované v České republice	103
3.1.3.1.3.1	Tvářené oceli	104
3.1.3.1.3.2	Oceli na odlitky	104
3.1.3.2	Litiny	104
3.1.4	Neželezné kovy	107
3.1.4.1	Měď a slitiny mědi	107

3.1.4.1.1	Mosazi	107
3.1.4.1.2	Bronzy	110
3.1.4.1.2.1	Cínové bronzy	110
3.1.4.1.2.2	Hliníkové bronzy	111
3.1.4.1.2.3	Olověné bronzy	111
3.1.4.1.2.4	Křemíkové bronzy	113
3.1.4.1.2.5	Manganové a beryliové bronzy	113
3.1.4.1.2.6	Chromové, kadmiové a fosforové bronzy	114
3.1.4.2	Hliník a jeho slitiny	114
3.1.4.2.1	Slitiny hliníku k tváření	116
3.1.4.2.2	Slévárenské slitiny hliníku	116
3.1.4.3	Titan a jeho slitiny	117
3.1.4.4	Nikl a jeho slitiny	118
3.1.4.4.1	Antikoroziční slitiny niklu	118
3.1.4.4.2	Slitiny niklu pro elektrotechniku	119
3.1.4.4.3	Slitiny niklu s různými fyzikálními vlastnostmi	119
3.1.4.4.4	Žárupevné a žáruvzdorné slitiny niklu	120
3.1.4.5	Hořčík a jeho slitiny	120
3.1.4.5.1	Slévárenské slitiny hořčíku	120
3.1.4.5.2	Tvářené slitiny hořčíku	121
3.1.4.6	Olovo, antimon, cín a jejich slitiny	121
3.1.4.6.1	Slitiny olova	122
3.1.4.7	Zinek a jeho slitiny	125
3.1.4.7.1	Slitiny zinku	125
3.1.4.8.	Drahé kovy a jejich slitiny	126
3.1.4.8.1	Slitiny stříbra	126
3.1.4.8.2	Slitiny zlata	128
3.1.4.8.3	Slitiny platiny	130
3.1.4.9	Wolfram, molybden, tantal a jejich slitiny	130
3.2	Keramika	131
3.2.1	Technická keramika	132
3.2.2	Skelná keramika	132
3.3	Sklo	133
3.4	Plasty	133
3.4.1	Termoplasty	138
3.4.2	Reaktoplasty	138
3.4.3	Elastomery	139
3.4.4	Polymerní pěny	140
3.5	Kompozity	140
3.5.1	Rozdělení kompozitů podle jejich struktury	144
3.5.2	Částicové kompozity	146
3.5.2.1	Částicové kompozity s kovovou maticí	146
3.5.2.2	Částicové kompozity s termoplastovou maticí	147

3.5.2.3	Částicové kompozity s reaktoplastovou maticí	147
3.5.2.4	Částicové kompozity s minerální maticí	147
3.5.2.5	Částicové kompozity s keramickou maticí	148
3.5.3	Vláknové kompozity	148
3.5.3.1	Vlákna	150
3.5.3.1.1	Skleněná a minerální vlákna	150
3.5.3.1.2	Uhlíková vlákna	150
3.5.3.1.3	Binární vlákna na nosiči	151
3.5.3.1.4	Polykrystalická keramická vlákna	151
3.5.3.1.5	Kovová vlákna a whiskery	152
3.5.3.1.6	Polymerní vlákna	152
4.	Degradační procesy v kovových materiálech	152
4.1	Koroze	152
4.1.1	Chemická koroze	153
4.1.2	Elektrochemická koroze	153
4.1.3	Korozní praskání	154
5.	Dřevo	154
5.1	Vlastnosti dřeva	155
5.2	Charakteristika dřev a jejich uplatnění	156
6.	Zjišťování příčin havárií kovových součástí	158
6.1	Postup při stanovování příčiny havárie kovové součásti	158
6.2	Vlastní zkoušení materiálu havarované součásti	159
6.3	Vyhodnocování struktury	160
6.4	Vyhodnocování výsledků zkoušek mechanických vlastností havarované kovové součásti	160
6.4.1	Možnosti posuzovatele při vyhodnocování příčiny havárie kovové součásti	161
7.	Navrhování materiálů pro různé součásti	162
	Tabulky	165